

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт инженерной физики и радиоэлектроники
Кафедра экспериментальной физики и инновационных технологий

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 20 ____ г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

27.03.05 Инноватика

Техническо-экономическое обоснование внедрения технологических
инноваций на примере проекта «Арктическое домостроение»

Руководитель	_____	<u>канд. тех. наук, доц.</u>	<u>Л.П. Воротынцева</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>Н.О. Янонис</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия

Красноярск 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Описание проекта «Арктическое домостроение».....	5
2 Анализ существующих технологий деревянного домостроения.....	8
2.1 Анализ предлагаемой технологической инновации.....	19
3 Методы и подходы к оценке экономической эффективности внедрения новой технологии домостроения в условиях Арктики.....	31
Заключение	37
Список использованных источников	40

ВВЕДЕНИЕ

Технико-экономическое обоснование проекта - это изучение экономической выгоды, анализ и расчет экономических показателей создаваемого инвестиционного проекта. Главной задачей при составлении ТЭО является оценка затрат на инвестиционный проект и его результатов, анализ срока окупаемости проекта.

За последние 10–15 лет в России предлагались самые различные стратегические решения проблем инвестиционного развития, как на региональном уровне, так и в масштабах всей страны. Но реализация этих решений, воплощенных в виде различных программных документов, не привела к существенным изменениям в формировании инвестиционной инфраструктуры Арктической зоны. Одной из основных причин невысокой эффективности системы стратегического планирования инвестиционного развития регионов является отсутствие научно-методологического аппарата, обеспечивающего комплексный учёт факторов, влияющих на их развитие, исходя из основных тенденций мировой экономики и специфических условий хозяйствования в российских регионах.

Как известно, на территории России районы вечной мерзлоты занимают до 40%, из этого следует, что важно найти надежные и экономически эффективные пути строительства сооружений на мерзлых грунтах, учитывая динамику таких условий в течении всего расчетного срока эксплуатации.

Данный проект разрабатывается на создание лесопромышленного комплекса по производству уже готовых изделий из дерева для жилых домов, промышленности, социальной сферы и сельского хозяйства в условиях Крайнего Севера. Строительные материалы из дерева достаточно развивающаяся отрасль в промышленности и пользуются большим спросом у потребителей. В настоящее время ставятся жесткие рамки на качество и функциональность отделочной и строительной продукции. Качество работ зависит напрямую от выбранных ресурсов, условий их использования,

обработки, а также, хранения.

При подготовке проекта учитывались следующие проблемы, характерные для условий Крайнего Севера:

- физические воздействия внешней среды - затяжные ветра с абразивным воздействием снежной крошки;
- высокие снеговые нагрузки;
- низкие отрицательные температуры;
- частые переходы через нулевую температуру с изменением фазового состояния воды;
- большая удалённость от производственных баз;
- повышенные требования к комфортным условиям пребывания людей;
- энергетические ограничения;
- необходимость полной автономии;
- максимальная безопасность зданий;
- устойчивость и долговечность конструкций;
- «зеленое» строительство.

Сочетание этих факторов диктуют особые условия для изготовления, возведения, эксплуатации и утилизации арктических строений.

Основной целью данной работы является разработка технико-экономического обоснования внедрения технологических инноваций для Арктической зоны РФ.

Объектом исследования является домостроение в условиях Крайнего Севера.

Предметом исследования является технико-экономическое обоснование внедрения новых технологий строительства в Арктической зоне РФ.

Задачи, которые мы рассмотрим в данной работе:

- анализ существующих технологий деревянного домостроения;
- сравнительный анализ существующих технологий с предлагаемой инновацией;
- рассчитать экономические показатели (NPV, IRR, Амортизация).

1 Описание проекта «Арктическое домостроение»

Правительство РФ в августе 2016 г. обнародовало законопроект «О развитии Арктической зоны РФ», в котором описывается необходимость создания в Арктике опорных зон ее развития, а также социальные и природоохранные обязательства государства. Необходимость принятия отдельного закона об Арктической зоне Российской Федерации очевидна. Это позволит придать Арктической зоне РФ статус законного объекта государственного и муниципального управления, законодательно установить комплекс мер стимулирования экономики в макрорегионе, закрепить механизм инновационного регулирования Арктической зоны. Законопроект охватывает широкий круг вопросов, затрагивающих особенности регулирования хозяйственной деятельности, обеспечения условий проживания и безопасности на арктических территориях, социального и пространственно-территориального развития, системы управления развитием территории и государственной поддержки.

По данным Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, доля запасов полезных ископаемых российской Арктики из общего количества ископаемых арктической территории всего мира: 97% никеля, 48% меди, 99,5% палладия и платины [1]. Однако степень разведанности запасов арктических территорий невысока. Эксперты расходятся в оценках, но, например, на Таймыре разведанность месторождений составляет 5–10%. Для дальнейшего освоения Арктической зоны и продвижения уже действующих проектов нужно развивать инфраструктуру.

Экономические риски связаны с факторами удорожания ведения инвестиционной деятельности на территории. Основные факторы «северного удорожания» для бизнеса – это повышенные зарплаты, транспортная ограниченность, повышенные риски возникновения чрезвычайных ситуаций и затраты на их предотвращение или ликвидацию; монопрофильность ресурсных производств, зависимость бюджетов муниципальных образований от

эффективности деятельности одного хозяйствующего субъекта и изменения цен на мировых рынках сырья. «Северное удорожание» должно учитываться в налоговой политике. Например, основные производственные фонды в северном исполнении существенно дороже аналогичных стандартных технических систем [2].

Высокий износ основных фондов, повышенная аварийность, несовершенство производственных процессов являются составляющими технологического риска. Применение устаревших технологий и оборудования в тяжелых климатических условиях снижает эффективность выработки месторождений и повышает вероятность техногенных катастроф.

Социальный риск проявляется в миграции трудоспособного населения, оттоке высококвалифицированных кадров из арктического региона, снижении уровня жизни и реальных доходов населения. Высокие социальные риски проявляются в тенденции ухудшения основных демографических показателей, особенно в сравнении со среднероссийским уровнем. Регион характеризуется высокой степенью заболеваемости и смертности, значительной долей пенсионеров. Изменения в традиционных укладах малочисленных народов Арктики, их низкое социальное обеспечение и ухудшение среды обитания обуславливают риски их вымирания [3].

Инновационный проект «Арктическое домостроение» создан для улучшения качества жизни в районах Крайнего Севера, также укрепление транспортной логистики и инфраструктуры. Суть проекта «Арктическое домостроение» заключается в создании надежного и эффективного производства по лесозаготовке, производству домокомплектов, строительству, а также логистики деревянного домостроения и производства стройматериалов из древесины.

Данный проект может оказать комплексное влияние на развитие Арктической зоны РФ и Красноярского края, способным оказать мультипликативный эффект на развитие лесной и строительной отрасли, речной транспорт, жилищную и социальную сферу не арктических территорий.

Социальную часть проекта составляют следующие пункты:

- производство домокомплектов из экологически безопасных, природных строительных материалов, как для потребителя, так и для окружающей среды;
- создание рабочих мест в г. Лесосибирске, а также поселениях Приангарья Красноярского края;
- снижение стоимости малоэтажного строительства за счёт разработки готовых домокомплектов.

Рассматриваемые технологии позволят выявить производство и строительство новых надежных и экономически эффективных зданий и сооружений, обеспечивающих комфортные условия проживания и работы, требующиеся для развития транспортной инфраструктуры в условиях Крайнего Севера, добычи и переработки природных ресурсов на территориях, входящих в состав Арктической зоны РФ. Мультипликативным эффектом является обеспечение потребностей строительного рынка России, ближнего и дальнего зарубежья готовыми домокомплектами и материалами из древесины для жилья, социальной сферы, промышленности и сельского хозяйства.

2 Анализ существующих технологий деревянного домостроения

Будучи страной, лидирующей по запасам лесных ресурсов, в деревянном домостроении наша страна катастрофически отстает от соседних стран. Лесные ресурсы занимают одно из важных мест в экономике на территории РФ. Использование этих ресурсов обеспечивает производство высокодоходной и востребованной продукции на рынке. В лесной промышленности одним из главных направлений является деревянное домостроение.

В Европе распространено брусовое домостроение, в Японии, Канаде, США - каркасное. В Российской Федерации выделяют 3 основные технологии:

- каркасное домостроение;
- строительство панельного типа;
- изготовление конструкций из массивной древесины (оцилиндрованное бревно, клееный брус).

Дома из оцилиндрованного бревна отличаются простотой сборки и имеют аккуратный вид. Дома, выполненные таким способом, отличаются ровностью получаемых стен и разнообразием архитектурных форм. Поэтому загородное домостроение довольно широко применяет данную технологию. Среди минусов данной технологии можно назвать то, что деревянные дома из оцилиндрованного бревна возводятся из материала при его естественной влажности, поэтому сразу заселяться в дом не стоит. Заселение придется отложить на некоторое время, пока древесина высохнет окончательно и дом даст естественную усадку.

В ближайшем будущем дома из клееного бруса займут хорошие позиции на российском рынке загородной недвижимости в сегменте эконом - класса. Вопреки некоторым убеждениям, что клееный брус относится исключительно к премиум-классу, он становится доступным всё большему числу домовладельцев. Уже сейчас стоимость деревянной постройки из клееного бруса выше аналогичной из строганного профилированного бруса всего на 15 -

20%. Такой тенденции способствуют повышающийся спрос на экологичное загородное жилье из долговечного материала.

Производят клееный брус из качественной и прочной древесины - сосны, кедра, лиственницы. Но из-за использования клея материал все же менее натурален. Рубленые дома и бани, построенные традиционным способом из строганного бревна, отличаются особой устойчивостью к окружающей среде и долговечностью, так как при обработке вручную сохраняется защищенный слой древесины, в отличие от оцилиндрованного бревна, где защитный слой удаляется почти полностью.

Во всех развитых странах основная целевая аудитория для деревянного домостроения – средний класс. В России же древесина относится к материалам для элитного строительства, хотя назвать этот материал новым для наших граждан невозможно. Почти 23% населения проживают в деревянных домах со значительным сроком эксплуатации, из которых:

- 70% - строения, возведенные более 40 лет назад;
- 25% - здания, возрастом 10 - 40 лет;
- 5% - дома, которым менее 10 лет.

Но цена на бревна и массивную древесину действительно высока, а новым технологиям большая часть населения попросту не доверяет. Например, те же каркасные дома многие считают строением временным и подходящим только для дачных участков, несмотря на активную рекламу производителей.

Как показывает опыт западных стран, потенциальный покупатель, на которого следует ориентироваться участникам деревянного домостроения – так называемый средний класс. В России к этой категории относят людей с доходом в 90 000 – 200 000 руб. в месяц для жителей крупных городов, 35 000 – 60 000 руб. в месяц для проживающих в других регионах.

Несмотря на то, что основными проблемами строительства доступного малоэтажного жилья является высокая стоимость земли, которая способна составить до половины себестоимости малоэтажного дома, а также дороговизна подключения коммуникаций, все же популярность индивидуального

малоэтажного жилищного строительства растет. Основная причина - деревянные дома быстрее воздвигаются и стоят на 20 - 30% меньше, чем дома из других материалов.

Но по общей жилой площади деревянные дома уступают кирпичным примерно в два раза. В 2015 году, рост рынка составил 10% относительно 2008 года и превысил 7,2 млн. кв. м. Кроме защиты от непогоды, заказчику необходимо чтобы дом был теплым, экономичным, экологичным, красивым, построенным по индивидуальному проекту с учетом всех пожеланий. Деревянный дом отвечает всем вышеперечисленным качествам. И в этом тоже кроется секрет растущей популярности деревянных домов. Подкрепляется эта популярность, в том числе и возможностью применения новых технологий в обработке деревянных строительных материалов. Долговечность деревянных домов уже не уступает домам из камня и бетона. Срок эксплуатации для них одинаков - примерно 80 лет. У современных домов из дерева этот срок может составлять около 150 лет.

Несмотря на большие запасы древесины и разнообразие технологий, доступных различным категориям населения, строительство собственного дома - удовольствие по-прежнему недешевое. И человек, решившийся на постройку дома, будет выбирать компанию - застройщика особенно тщательно, ориентируясь на два главных параметра - цена и качество. И если цены на древесину зачастую диктует рынок, сезон, погода, законодательство и прочие объективные условия, то качество строительства и услуг напрямую зависит от политики домостроительной компании. Именно в оптимальном соотношении цена - качество залог успеха каждой из компаний на рынке и дальнейший рост малоэтажного деревянного домостроения в целом.

Развитие деревянного домостроения в Арктической зоне послужит решением одной из главных проблем - это комфортные условия для проживания в таких районах. Древесина одно из самых технологических и доступных материалов для строительства. Малоэтажное (двух или трехэтажное) деревянное домостроение, помимо социальной сферы, также

имеет большое значение для лесопромышленного комплекса в области переработки древесины, потому что она является крупнейшим потребителем лесоматериалов: круглый лес, клееные деревянные конструкции, пиломатериалы, изделия из древесных композиционных материалов и другие. Из этого можно сделать вывод, что развитие деревянного домостроения послужит развитию предприятий по глубокой переработке древесины. Можно заметить, что существующие технологии по переработке древесины позволяют получать новые разнообразные вариации материалов из дерева и построить дом без использования других материалов [4].

Деревянное домостроение считается одной из удобных, экологических и дешевых технологий строительства жилых домов. Но в России доля деревянного домостроения мала, что удивительно для страны, которая обладает 25% мировых запасов древесины. Это можно объяснить тем, что в Советском Союзе индивидуальное домостроение не одобряли и к тому же россияне не доверяли качеству материала. Но после того времени технологии стали намного лучше и с 2000-х годов наблюдается рост строительства благодаря тому, что цены на материал снизились. Так в 2010 году было введено в строй 6,6 млн. кв. м., а в 2014 – 8,5 млн. кв. м. [5].

В настоящее время деревянное домостроение активно развивается за рубежом. Евросоюз планирует довести долю деревянного домостроения при строительстве малоэтажных домов до 80%. В США и Канаде активно используется строительство домов и таунхаусов из дерева. В России порядка 40% малоэтажного строительства из дерева, но даже это меньше, чем в Финляндии [6].

На территории России 65% земельного фонда занимает лес. В значительной степени это огромный ресурс, который у нас плохо используется и отправляется в необработанном виде за границу. Конечно, строительство домом из дерева дороже, чем из пенобетона, но деревянное домостроение может быть дешевым и конкурентоспособным потому, что это материал, который есть в России. Для строительства из дерева не нужны сложные

механизмы формирования блоков, весь ресурс растет вокруг нас. Это серьезная промышленность, при которой необходимо выбрать деревья, правильно их обрабатывать, сушить, но это все равно незначительная сумма по сравнению с затратами на строительство, например, из кирпича.

Сейчас российский рынок деревянного домостроения занимают строительство элитных загородных малоэтажных домов, а так как цены на такие дома высокие, то, в основном, целевой аудиторией являются обеспеченные граждане. Одной из причин является невостребованность и непопулярность такого вида индивидуального жилья среди населения. Строительство дома по каркасной технологии обойдется в 17000 руб. за кв. м. [7]

Также, существенной проблемой развития деревянного домостроения является слабо развитая инфраструктура, то есть, необходимо развивать транспортную инфраструктуру, подводить коммуникации, строить дороги.

Для деревянного домостроения в условия Арктической зоны необходимо учесть множество факторов, которые характерны для вечномёрзлых грунтов.

Существует множество вариантов строительства из дерева, рассмотрим некоторые технологии строительства.

Первая технология – это применение стенового ограждения из соломенных блоков «Экодом» [8]. Соломенный дом - метод строительства зданий из строительных блоков (прессованной соломы). Современное строительство соломенных зданий началось в конце XIX века в штате Небраска, США. Переселенцы столкнулись с дефицитом строевого леса, поэтому первые соломенные дома строились без каркаса. В России первое здание из соломенных блоков было построено в 1994 году в деревне Маяк под Челябинском.

В практике строительства домов из соломенных блоков можно выделить два основных подхода. Первый - это использование дополнительного несущего каркаса из дерева (иногда из металла), который заполняется блоками. Вторым

подход состоит в том, что несущие стены выкладываются непосредственно из соломенных блоков. Выбор техники строительства в основном зависит от конкретных местных условий. Также это может зависеть и от таких факторов, как качество соломенных блоков. Считается, что каркас придает сооружению дополнительную прочность, но практика показывает, что дома, где несущие стены сложены исключительно из соломенных блоков, вполне оправдывают себя, что подтверждается и экспериментами. Преимуществом бескаркасного способа являются низкий уровень затрат, а также простота возведения.

Также выделяют каркасную и бескаркасную конструкции строительство из соломенных блоков. Каркас для соломенного дома по своей конструкции похож на каркасы, обычно применяемые в практике строительства щитовых домов. Он сооружается с использованием деревянных брусьев, а затем заполняется соломенными блоками, которые скреплены между собой вертикально вбитыми кольями. Существует еще одна разновидность этой техники, когда каркас обкладывается блоками с наружной стороны. При этом необходимо перед укладкой блоков заранее обтянуть каркас металлической сеткой для последующего оштукатуривания поверхности внутренних стен. Сооружение стен из соломенных блоков в бескаркасной конструкции не отличается по своему принципу от сооружения обыкновенных кирпичных стен. Блоки в этом случае точно так же укладываются в перевязку таким образом, чтобы швы не совпадали.

Для придания конструкции дополнительной жесткости используются вертикальные деревянные колья, глиняные и цементные растворы, металлические пруты.

Параметры соломенных блоков (таблица 1) могут варьироваться в достаточно широких пределах.

Таблица 1 – Параметры соломенных блоков

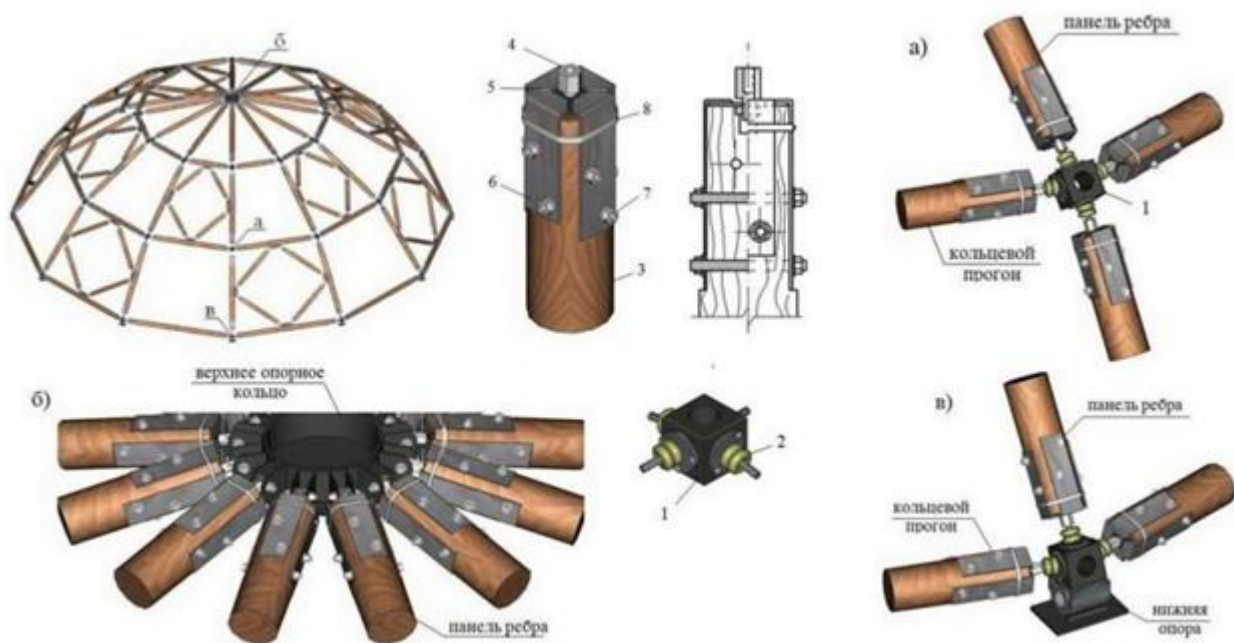
Размер (длина, ширина, высота), см	Плотность кг/м ³	Теплопроводность (в сухом состоянии), Вт/мК
90, 45, 35	100-140	0,050-0,065

Солома должна быть сухой. Если блоки подмокли, то перед началом строительства их необходимо просушить. В качестве исходного материала для блоков могут быть использованы стебли самых различных культур. Для первых домов подобного типа в Небраске очень часто использовали обычное сено, которое подвергалось прессовке.

Стены из соломенных блоков легки, поэтому давление на грунт будет меньше, чем у кирпичных и даже у деревянных стен. Это дает возможность уменьшить трудозатраты на фундамент, уменьшить количество строительных материалов, и сделать конструкцию максимально простой. Фундаменты по типу могут быть столбчатые и ленточные.

Солома представляет собой доступный и дешевый материал. Средняя стоимость одного соломенного блока размерами 80 45 36 см, составляет 90 руб. за штуку.

Вторая технология – это ребристо-кольцевой купол (рисунок 1). Ребристо-кольцевой купол образован разделением поверхности вращения меридиональными и параллельными плоскостями на треугольные (у полюса) и трапециевидные элементы. Использование установки блоков жесткости позволяет, исключить из общей работы большое количество малонагруженных связей, достичь экономии материала на изготовление купола, а также снизить его массу. Узловое решение элементов купола в узлах сетки выполняется при помощи металлических наконечников. Наконечники представляют собой Г-образные пластины обхватывающие деревянный элемент с четырех сторон и соединенные между собой шпильками. Далее наконечники объединяются в пространственный шарнирный узел на болтах [9].



1 – узловой элемент; 2 – шаровая опора; 3 – деревянный стержень; 4 – болт; 5 – упорное кольцо; 6 – Г-образная пластина; 7 – шпилька; 8 – хомут

Рисунок 1 – Узловое соединение:

а) соединение каркаса; б) верхнее соединение; в) нижнее соединение

Преимущества такой технологии:

- малая масса, что актуально для слабых грунтов и грунтов в сейсмически активных районах;

- быстрая возводимость здания, достигнута за счет использования малого количества элементов купола и простоты узловых соединений.

Ориентировочная стоимость каркаса 1 м^2 - 900-950 руб.

Третья технология – пространственные замкнутые системы из деревянных модулей (рисунки 2,3). Образуются посредством сопряжения однотипных деревянных модулей. Модуль представляют собой совокупность деревянных стержневых элементов, образующих пирамиду. Основанием служит клефанерная плита с одной или двумя обшивками. Ячейка основания - $1,5 \times 1,5$ м. Угол между основанием и раскосами составляет 45° . Сечение раскосов 75×75 мм, ребер плиты 150×75 мм. Изменяя угол между модулями можно добиться различного очертания здания. Геометрическая неизменяемость системы обеспечивается за счет замкнутости всей системы и многосвязности

отдельных ее частей [10].

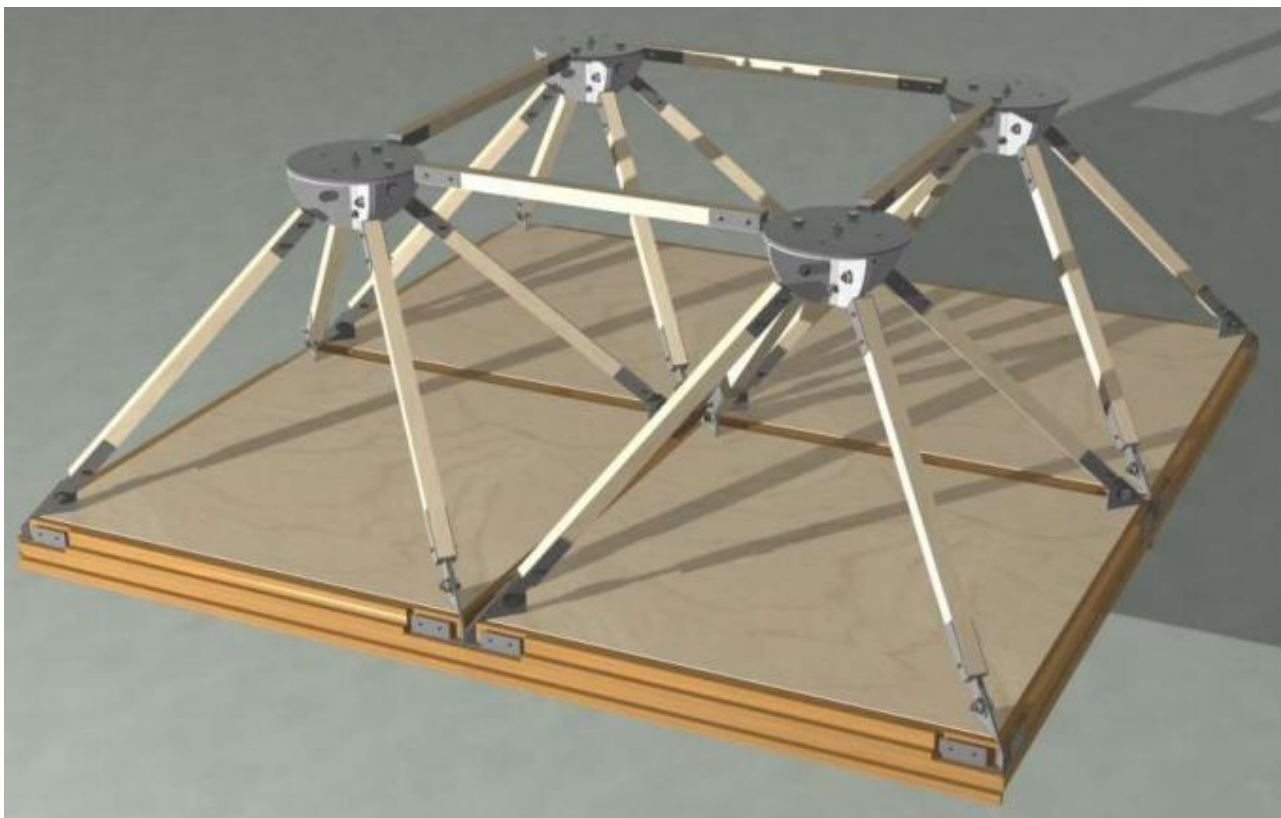


Рисунок 2 – Сборка 4 модулей

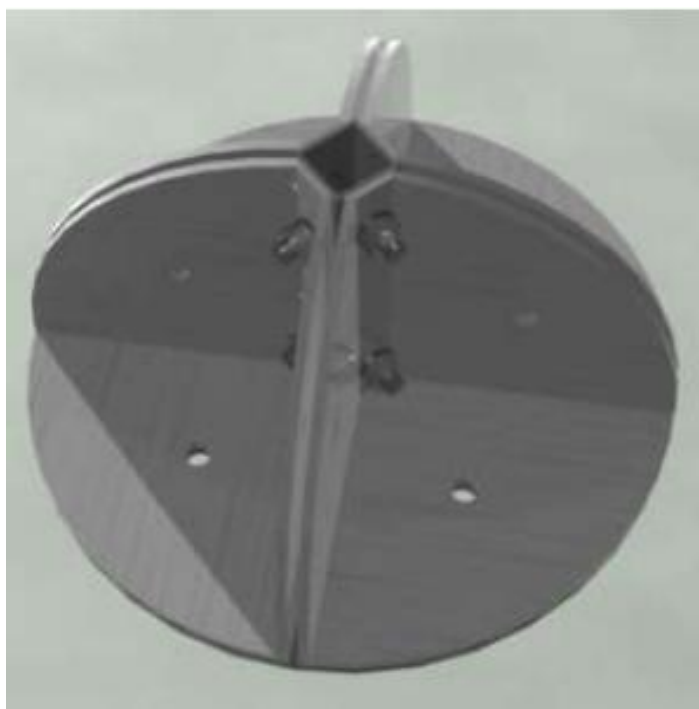


Рисунок 3 – Узел сопряжения

Узел сопряжения (рисунок 4) собирается из четырех однотипных штампованных тонколистовых элементов и одного дополнительного дискового элемента. Соединяются они при помощи болтов и центрального стержня прямоугольного сечения. Данный узел позволяет решить болтовое соединение 8 элементов в 3 плоскостях.

Преимущества технологии:

- минимальное количество типоразмеров для создания зданий в целом;
- из однотипных элементов можно собирать разнообразные по форме спортивные сооружения;
- легкость изготовления, транспортировки и монтажа;
- образуется пространственный блок, не требующий дополнительных связей;
- расположение технических коммуникаций внутри объема «модулей»;
- применение практически для любых грунтовых условий, для слабых и вечномёрзлых грунтов;
- низкий вес деревянных модулей, отсутствие тяжелого подъемного оборудования;
- простая конструкция узловых соединений.

Ориентировочная стоимость 1м^2 - 1200-1500 руб.



Рисунок 4 – Макет узла сопряжения

Четвертая технология – деревянный сетчатый свод с ортогональной ячейкой (рисунки 5,6). Образован системой связанных между собой продольных и поперечных элементов, выполненных из бруса прямоугольного сечения. При этом, продольные и поперечные элементы образованы ортогональной сеткой и расположены в шахматном порядке. Геометрическая неизменяемость свода обеспечена путем использования нематериалоемких межузловых связей [11].

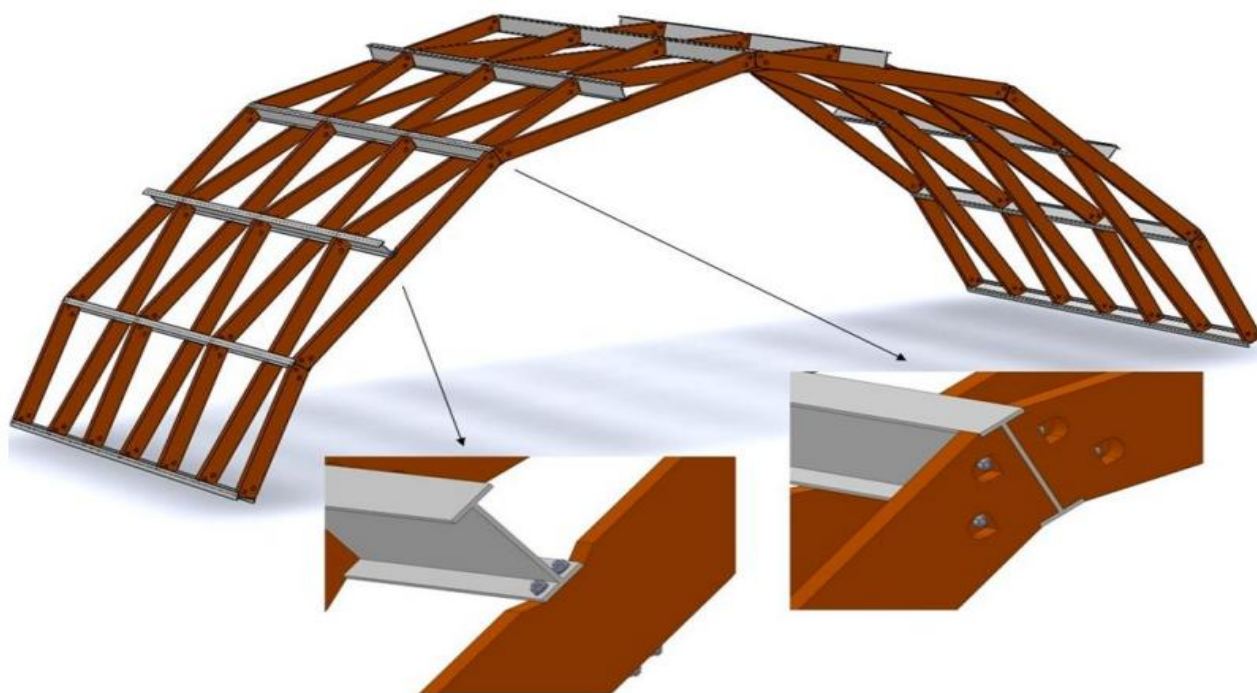


Рисунок 5 – Схема деревянного сетчатого свода с ортогональной ячейкой

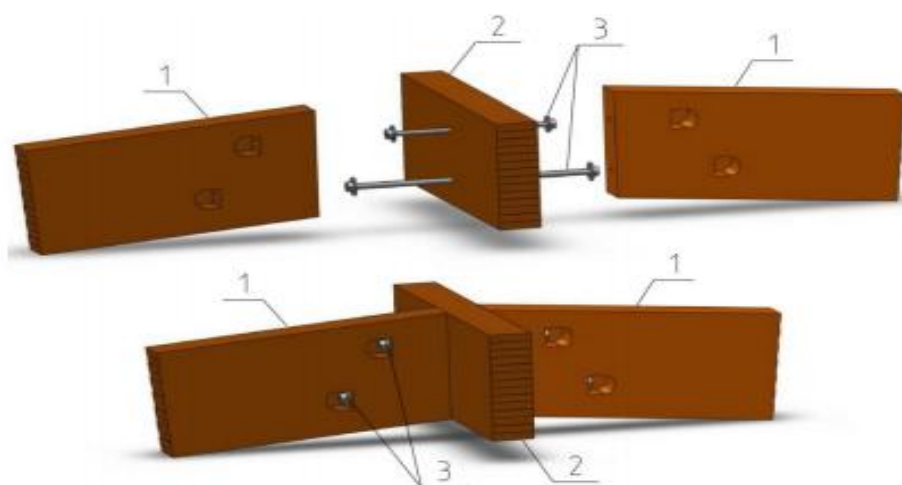


Рисунок 6 – Узел свода с ортогональной ячейкой

1 – «набегающий» косяк; 2 – «сквозной» косяк; 3 – металлические шпильки

Узловое решение элементов свода представляет собой сопряжение элементов в узлах сетки с помощью лобового упора с использованием металлических тяжей, что позволяет считать узел жестким. Монтажные пазы для установки гаек находятся в нейтральной зоне напряжений.

Преимущества технологии:

- простое заводское изготовление несущих косяков (вся обработка косяка осуществляется в горизонтальной или вертикальной плоскости);
- узловое соединение решается через лобовой упор, что рационально с позиции работы материала;
- в качестве ограждающего материала используются простые каркасные щиты с фанерной обшивкой с прямоугольной формой в плане;
- с увеличением высоты подъема свода в качестве продольных косяков свода используются сплошные прогоны (брус, металлопрокат или прокатные профили из пультрузионного пластика).

Ориентировочная стоимость 1 м^2 - 1200 - 1500 руб.

2.1 Анализ предлагаемой технологической инновации

В проекте «Арктическое домостроение» используется купольная технология деревянного домостроения. При строительстве такого типа можно получить максимально большую площадь помещения при минимальном весе конструкции. Имеется уже ряд построек домов купольной формы, как жилищные, так и спортивные, промышленные и научные объекты.

С точки зрения аэродинамики, энергоэкономичности и рациональности для северных территорий целесообразны здания в виде куполов, двояковыпуклых линз, сфер или конусов (рисунок 7), образованных вращением треугольника Рёло, в основании которых располагаются фундаменты платформенного типа.

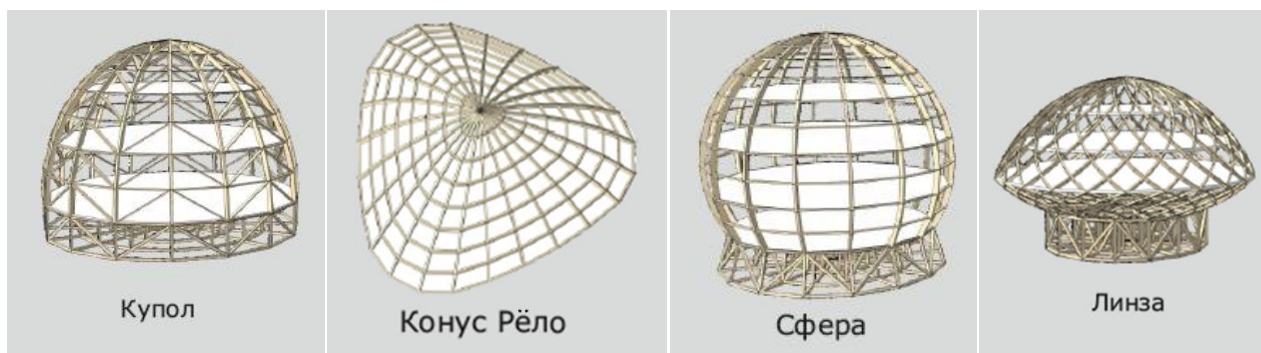


Рисунок 7 – Формы купольных домов

Для минимизации времени пребывания человека на холоде, отдельные блоки целесообразно объединять в комплексы при помощи переходов со светопрозрачными полимерными покрытиями или жесткими пространственными переходами. Для предотвращения снеготаносов рекомендуется использовать трансформируемую конструкцию фундаментов, способную поднять здание на высоту до 8 метров для обеспечения выдувания снега. Для покрытия переходов между отдельными модулями зданий, а также для объединения нескольких сооружений под единым контуром предлагается использование прозрачной оболочки из полимеров или материалов тентового типа (рисунок 8,9). Кроме того, такое гибкое покрытие при воздействии ветра будет очищаться от снега.

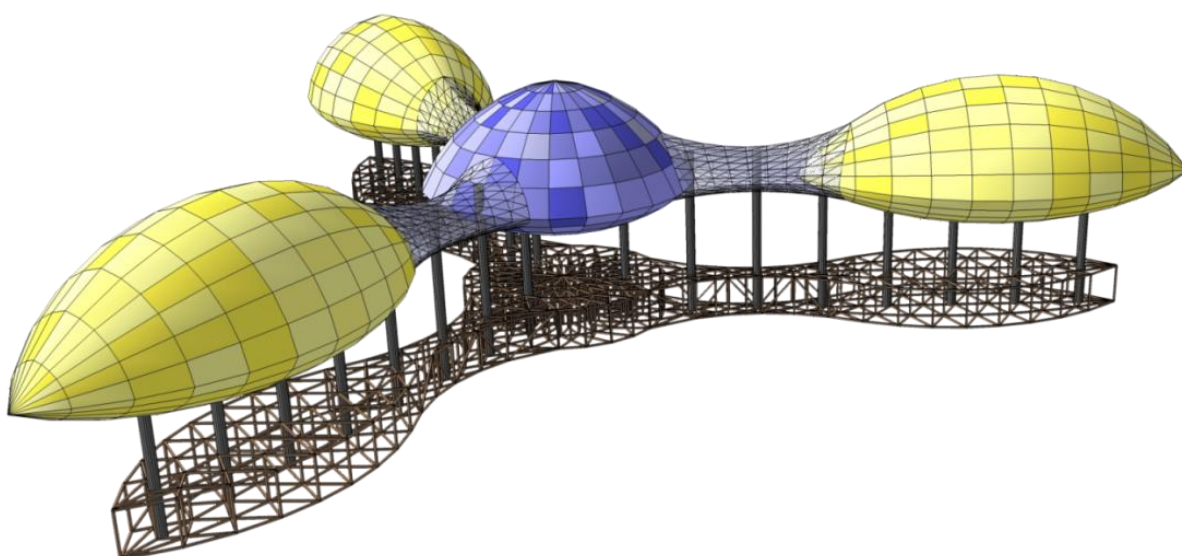


Рисунок 8 – Пример сопряжения отдельных модульных зданий крытыми галереями

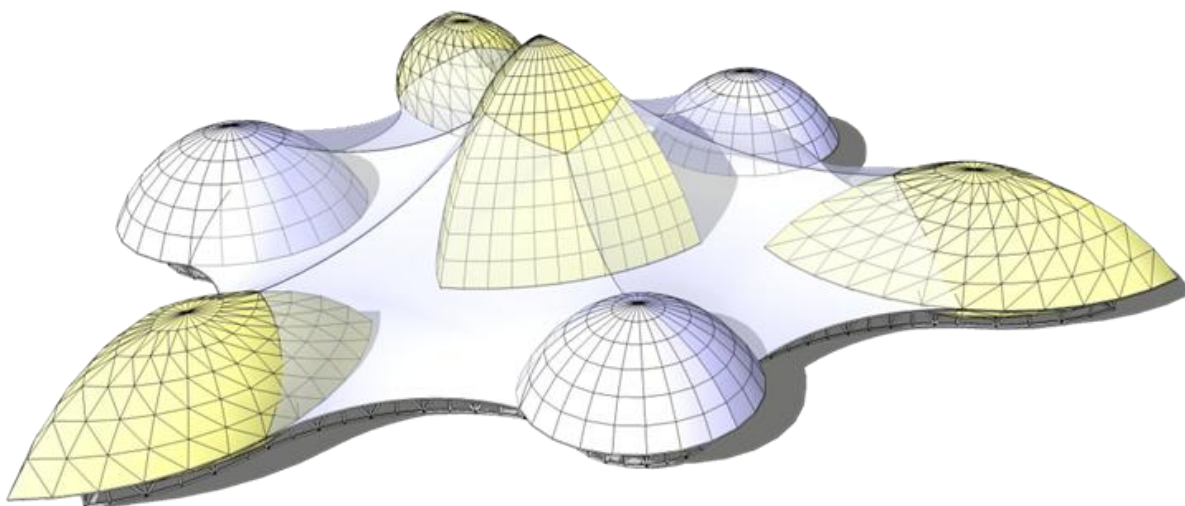


Рисунок 9 - Пример организации отдельных сооружений в комплекс под единым большепролетным пространством

В условиях скудной и холодной цветовой гаммы, монотонности пейзажа и отсутствия растительности необходимо предусмотреть в жилых и общественных интерьерах следующие моменты:

- устройство атриумов и многосветных пространств с зимними садами, крытыми оранжереями для естественной ревитализации воздуха;
- применение дерева в интерьере. Дерево является природным материалом, ассоциирующемся у большинства людей с теплом и уютом, которых не хватает в северных условиях.

Традиционные материалы (железобетон, сталь) обуславливают достаточно высокие ресурсоёмкость и стоимость по всей технологической цепочке строительного производства в северных регионах. Древесина весьма эффективный строительный материал в высокоширотном строительстве. Сравнение материалов приведем в виде таблицы 2.

Таблица 2 – Сравнение материалов для строительства

Показатель		Бетон	Сталь	Дерево
Количество энергии, необходимое для производства	Энергозатраты (относительные)	4	60	1
	Нефтяной эквивалент	0,1	1,5	0,025
Конструкционные показатели	Удельная прочность при сжатии	109 МПа	269 МПа	260 МПа
	Удельная прочность при поперечном изгибе	-	21 МПа	51 МПа

Преимущества данной технологии:

- быстрая возводимость, максимальная заводская готовность конструкций и узлов зданий;
- всесезонность и простота монтажных работ, отсутствие "мокрых" процессов;
- унифицированность основных несущих конструкций;
- пространственность и совмещенность работы элементов и конструкций;
- повышенные требования к прочности и безопасности;
- обеспечение современного качества жизни за счет применения инновационных технологий.

Перейдем к рассмотрению каждого вида конструкции.

Первый – это купол (рисунок 10). Здание купольного типа включает в себя меридиональные ребра, установленные между ними кольцевые прогоны с крестовыми связями и верхнее опорное кольцо.

Элементы лестничной клетки выполнены из деревянных колонн, раскрепленных между собой связями. Для обеспечения огнестойкости

лестничной клетки, рекомендуется выполнить обшивку из негорючих цементно-стружечных плит. Межэтажные перекрытия опираются на деревянные ригели, уложенные по сетке колонн. В качестве перекрытий целесообразно использовать плиты из древесных материалов, например, из CLT.

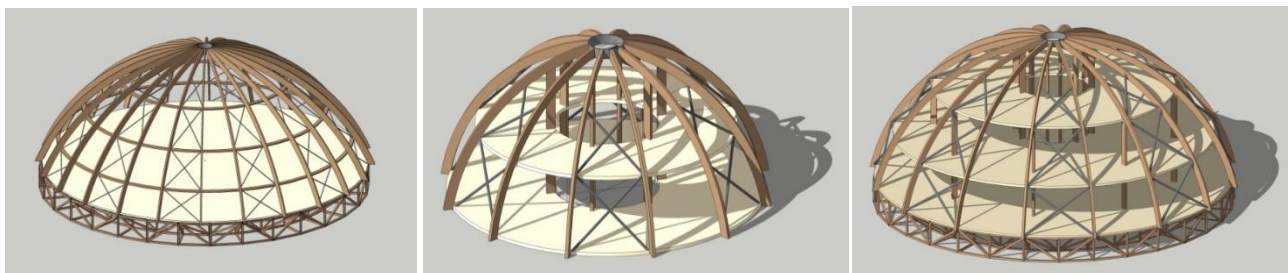


Рисунок 10 – Купольная конструкция (Диаметры: 44 м, 18 м, 30 м)

Второй вид – это сфера (рисунок 11). Сферообразное здание, выполненное из меридиональных гнутоклееных деревянных элементов, соединяемых сверху с помощью кольца. Для обеспечения общей жесткости и геометрической неизменяемости системы предусмотрено ядро жесткости, образованное деревянными колоннами, раскрепленными между собой связями.

Для обеспечения устойчивости ребер из плоскости изгиба и повышения общей жесткости системы между ними устанавливаются крестовые связи и кольцевые прогоны. Межэтажные перекрытия опираются на деревянные ригели, уложенные по сетке колонн.

В качестве перекрытий целесообразно использовать ребристые или гладкие деревянные плиты, например, CLT.

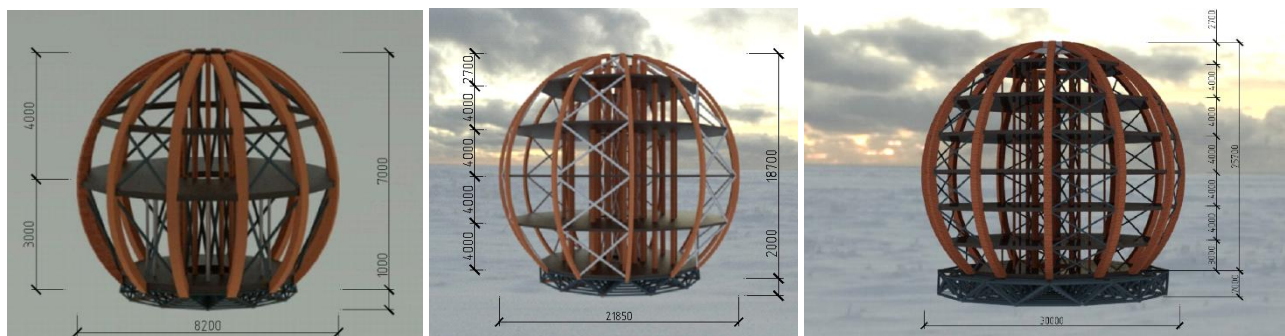


Рисунок 11 – Сферообразная конструкция

Третий вид – линза (рисунок 12). Линзообразное здание имеет в плане форму правильного шестнадцатиугольника. Каркас здания формообразован двумя ребристыми куполами, один из которых размещен в верхней части и имеет положительный радиус кривизны, а второй - в нижней части с отрицательным радиусом.

Каркас включает в себя меридиональные ребра, установленные между ними кольцевые прогоны с крестовыми связями и верхнее опорное кольцо. Затяжка между меридиональными ребрами выполнена в уровне перекрытия второго этажа. Пространственная устойчивость здания обеспечивается путем объединения гнутоклееных элементов кольцами и достигается совместной работой указанных элементов.

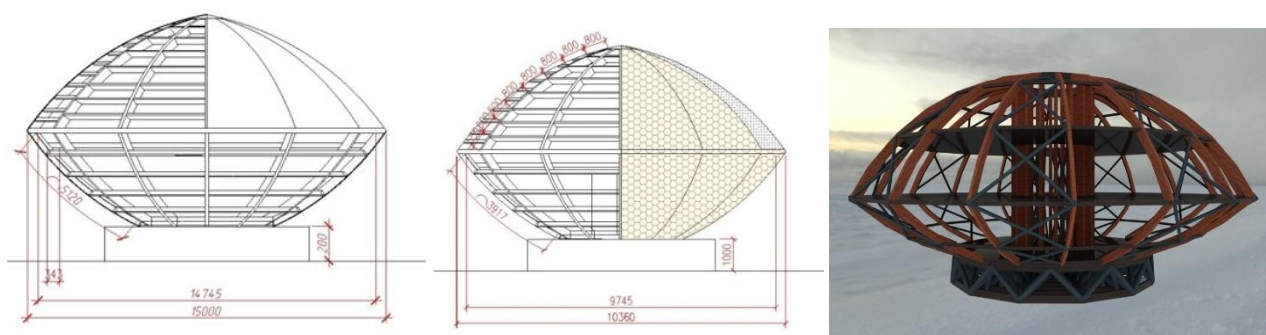


Рисунок 12 – Линзообразная форма здания

Четвертый вид – конус Рёло (рисунок 13). В основу здания положен конус, образованный вращением треугольника Рёло вокруг вертикальной оси симметрии, выполненный из меридиональных деревянных клееных элементов.

Для обеспечения общей жесткости и геометрической неизменяемости каркаса меридиональные ребра соединяются с ядром жесткости, образованным деревянными колоннами, раскрепленными вертикальными связями.

Для обеспечения устойчивости ребер из плоскости изгиба и повышения общей жесткости системы между двумя соседними ребрами устанавливаются крестовые связи и кольцевые прогоны.

Межэтажные перекрытия опираются на деревянные ригели, уложенные по сетке колонн. В качестве перекрытий целесообразно использовать ребристые деревянные плиты, например, CLT.



Рисунок 13 – Конус Рёло

Еще один вид – это деревянный сетчатый свод с ортогональной сеткой (рисунок 14). Образован системой связанных между собой продольных и поперечных элементов, выполненных из клееного бруса.

Длина всех поперечных элементов равна двум сторонам ячейки свода. Они лежат по дуге свода и в шахматном порядке на его поверхности, тем самым образуя полигональные чередующиеся арки. Продольные элементы расположены на прямых линиях вдоль свода и их количество равно количеству узлов в двух соседних арках. Длина продольных элементов равна длине секции свода.

Назначение здания может быть, как развлекательного характера, так и для ангаров под, например, авиатехнику.



Рисунок 14 – Деревянный сетчатый свод с ортогональной сеткой (на рисунках представлены примеры спортивного зала и ангар под авиатехнику)

Для купольных домов не требуется глубокий фундамент, поскольку эта конструкция легче, чем бревенчатый сруб, дом из бруса или каркасный прямоугольный дом той же площади.

В высокоширотном строительстве целесообразно применение пространственных фундаментных платформ (рисунок 15), элементы которых могут быть выполнены из дерева. Их достоинства:

- многосвязная конструкция фундамента хорошо перераспределяет напряжения, возникающие от деформации грунта и не даёт «просесть» фундаменту локально;
- такой фундамент обладает пространством между нижними и верхними поясами конструктивных элементов, которое может использоваться в качестве вентилируемого подполья;
- конструкция не требует большого количества земляных работ;
- сборность платформы решает вопросы транспортировки и расхода материала.

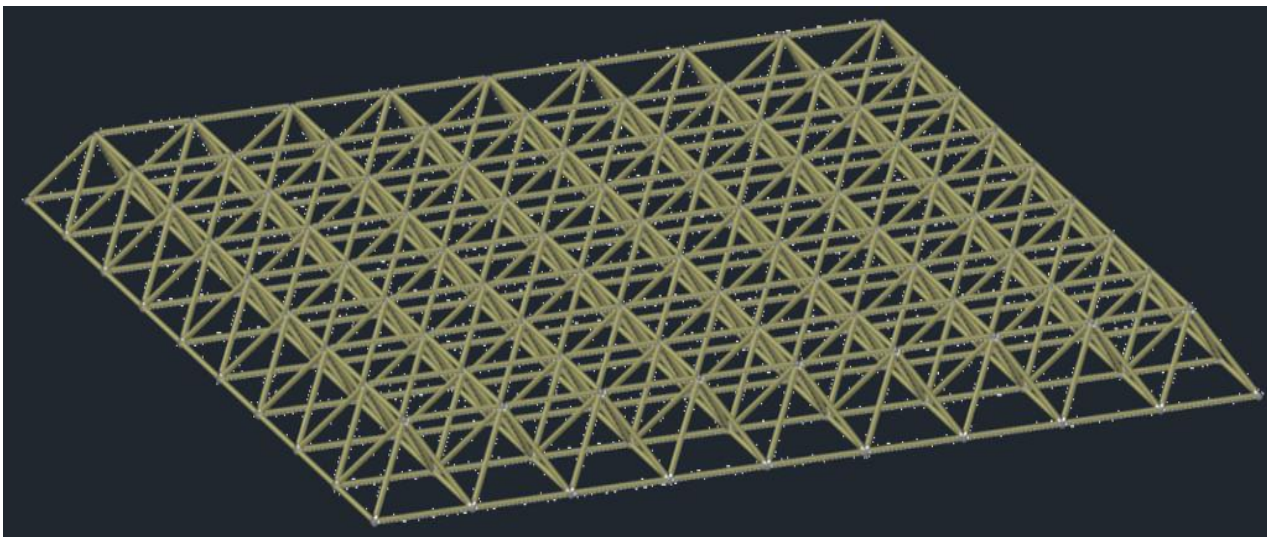


Рисунок 15 – Пример деревянной пространственной фундаментной платформы

Как вариант, возможно возведение пространственного фундамента из деревянных конструкций на подготовленном основании.

Подготовленное основание служит для распределения нагрузок и исключения возможности продавливания грунта конструкциями из балок и бруса. Оно может быть выполнено как плита из мерзлого грунта, армированная и защищенная утеплителем от теплопередач с земной поверхности и от сооружения. Целесообразно использование геосинтетического материала для армирования подготовленного основания.

Используя в нижнем сечении фундаментной платформы CLT-плит можно существенно снизить вероятность деградации мерзлоты (рисунок 16).

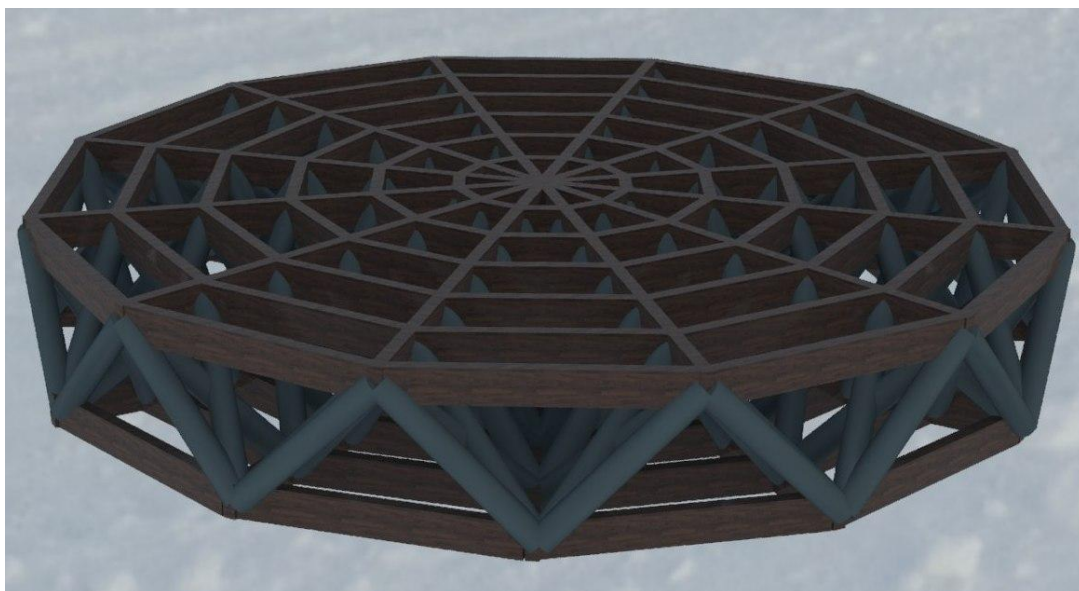


Рисунок 16 – Пример деревянного пространственного фундамента

Существенную роль в создании энергоэффективного здания в северных широтах играют задачи сокращения тепловых потерь и получения дополнительной энергии, что достигается следующими принципами:

- оптимальная геометрия здания. Наименьшее отношение площади поверхности оболочки к внутреннему объему у купола и цилиндра, еще раз подтверждает целесообразность использования этих и других поверхностей вращения в высоких широтах;

- эффективные светопрозрачные конструкции. Заполнение проемов стеклопакетами с высоким сопротивлением теплопередаче минимально допустимой площадью. Использование ставней с теплоизоляционным рулоном, которые будут закрывать окна в полярную ночь. Расположение светопрозрачных конструкций с южной стороны здания для получения дополнительного тепла от солнечной радиации;

- механическая вентиляция с рекуперацией тепла. Принцип действия рекуператора основан на принудительной механической подаче и вытяжке воздуха, а также использовании тепла выбрасываемого воздуха на подогрев подаваемого в помещение воздуха;

- использование возобновляемых источников энергии;

- эффективная теплоизоляция внешней оболочки здания. Наружная теплоизоляция должна иметь высокое сопротивление теплопередаче;
- исключение мостиков холода;
- ревитализация («оживление») воздуха при помощи устройства в здании зимних садов и оранжерей;
- автономные инженерные решения и мониторинг в течение всей эксплуатации зданий.

К недостаткам данной технологии относится новизна, в силу того, что человек ко всему новому относится с недоверием и долей скептицизма. Отсюда вытекает вторая проблема - это нетипичность производства, на котором должны изготавливаться заготовки для купольных домов. Отечественный домостроитель выпускает продукцию прямоугольной формы, а для каркаса купольного дома нужны треугольные конструктивные элементы - такая конфигурация деталей значительно повышает процент отходов при изготовлении деталей дома [12].

Следующая проблема встает в покупателе: кто будет покупать?

Развитие Арктики на сегодняшний день является важным направлением деятельности. Как известно, на территориях Арктической зоны большое количество полезных ископаемых и природных ресурсов. Перспективы дальнейшего развития Арктики на международном уровне обсуждаются в рамках Арктического совета. В состав Арктического совета входят восемь приарктических стран, некоторые другие государства принимают участие в деятельности Совета в качестве наблюдателей.

Для сохранения преимущества в исследованиях и работе на территории Арктики и Северном морском пути в 2010 году был разработан план развития Арктической зоны Российской Федерации (включая будущее северной морской трассы) и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года. Он рассматривает основные риски и угрозы, приоритетные направления развития, механизмы и этапы реализации поставленных задач [13]:

- обеспечение военной безопасности, защиты государственной границы (в том числе по Северному морскому пути) и сотрудничество с другими приарктическими государствами;

- развитие транспортного сообщения, строительство дорог, развитие авиации;

- развитие связи, спутниковых систем, сети Интернет;

- стратегия решения экологических проблем;

- сохранение образа жизни коренных народов и мест их традиционного проживания;

- освоение минерально-сырьевых ресурсов региона;

- развитие туризма, включая особенности путешествия по водам региона.

Для осуществления высокоширотного строительства необходимо наличие современной индустриальной базы по производству различных деревянных строительных конструкций и пиломатериалов.

Город Лесосибирск – оптимальное место для запуска производства полного спектра деревянных конструкций:

- уникальное географическое положение;

- мощные лесоперерабатывающие комбинаты, которые могут быть модернизированы для выпуска клееных деревянных конструкций с минимальными капитальными вложениями;

- лесосырьевая база Приангарья;

- река Енисей с морским портом в г. Игарка и круглогодичным морским портом в г. Дудинка - уникальная транспортная артерия;

- сохранившаяся инфраструктура лесоэкспорта.

3 Методы и подходы к оценке экономической эффективности внедрения новой технологии домостроения в условиях Арктики

В любом экономическом проекте представляется преобразование ресурсов в экономически эффективный продукт. В начале проекта необходимо вкладывать в дело средства, создавать условия протекания производственных процессов и только потом получать желаемый результат, то есть выручка от вложенных средств. С помощью технико-экономического обоснования можно не только проанализировать технологии строительства, но и проследить экономическую выгодность проекта, анализ и расчет экономических показателей создаваемого инвестиционного проекта. Основным направлением экономического роста России является стимулирование инноваций и рост производства на их основе. Одной из проблем внедрения инноваций в деятельность предприятия является ограниченность методологии оценки эффективности реализации проекта.

При выборе инновационного проекта большое значение имеет правильная оценка эффективности (прибыльности) проекта. Проект должен рассматриваться в совокупности с уже разрабатываемыми инновационными проектами, которые также требуют финансирования. В некоторых случаях требующие значительных капитальных ресурсов проекты могут быть отвергнуты в пользу менее эффективных проектов, но требующих меньших капитальных затрат, из-за того, что финансовые ресурсы необходимы для других инновационных проектов предприятия. Концентрировать все финансовые ресурсы предприятия на разработке одного проекта не всегда целесообразно.

По данным [14] «Ассоциации деревянного домостроения» объем рынка деревянного домостроения Российской Федерации составляет около 500 млрд. руб. в год. На 2016 год в России построено примерно 120 миллионов квадратных метров недвижимости, но из них только 12% занимают дома с

применением продукции деревянного домостроения, за рубежом этот показатель достигает 40%.

В условиях рыночной экономики инновационный проект выбирается с учетом интересов инвестора. При сравнении инновационных проектов применяется принцип комплексного подхода, требующий учета всей совокупности мероприятий, которые необходимо осуществить при реализации данного проекта. Значительная продолжительность жизненного цикла инноваций приводит к экономической неравноценности осуществляемых в разных затратах и получаемых результатах. Это можно устранить с помощью метода приведенной стоимости (иначе, дисконтирования), то есть приведением затрат и результатов к одному моменту времени. В качестве такого момента времени можно принять год начала реализации инноваций. Дисконтирование основано на том, что любая сумма, которая будет получена в будущем, в настоящее время обладает меньшей ценностью. С помощью дисконтирования в финансовых вычислениях учитывается фактор времени [15].

Но прежде чем мы перейдем к расчетам всех показателей нам необходимо определить какие затраты необходимы.

Для того, чтобы получить гнутые детали применяется два метода:

- выпиливание на ленточнопильных станках и сгибание предварительно распаренной древесины вручную с помощью шаблона;
- гнутарные станки.

Если обрабатывать древесину первым способом, то происходит перерезание волокон и ослабление прочности деталей, что ставит под угрозу прочность всей конструкции.

Обработка гнутарным станком придает деревянной заготовке необходимую форму с помощью изгиба без изломов и повреждений связи волокон древесины. Работа таких станков также сочетается с устройствами для пропаривания древесины.

Следует рассчитать амортизация дома, станка и парильной камеры. Это будет относиться к постоянным затратам.

Амортизация – это процесс переноса стоимости основных средств на производимую продукцию. Амортизацию будем рассчитывать линейным способом. Формула для расчета годовой амортизации:

$$A = \text{Стоимость основных средств} * \text{Норма амортизации} / 100\%$$

Основное средство – купольный дом стоимостью 3 600 000 руб. Срок полезного использования 30 лет.

$$\text{Норма амортизации: } 100\% / 30 = 3,33\%$$

Годовая сумма амортизационных отчислений:

$$A = 3\,600\,000 * 3,33\% / 100 = 120\,000 \text{ руб.}$$

Рассчитаем амортизацию для парильной камеры. Основное средство – камера стоимостью 300 000 руб. Срок полезного использования – 10 лет.

$$\text{Норма амортизации: } 100\% / 10 = 0,1\%$$

Годовая сумма амортизационных отчислений:

$$A = 300\,000 * 0,1\% / 100 = 300 \text{ руб.}$$

Для гнутарного станка. Основное средство - 170 000 руб. Срок полезного использования – 10 лет.

$$\text{Норма амортизации: } 100\% / 10 = 0,1\%$$

$$A = 170\,000 * 0,1\% / 100 = 170 \text{ руб.}$$

Общая амортизация составит 119 270 руб.

Также следует учесть заработную плату рабочим в размере 30 000 руб., для работы нам понадобится 5 человек и, следовательно, затраты на заработную плату составят 150 000 руб.

Так как доставка в районы Арктической зоны будет осуществляться по реке Енисей, необходимо учесть затраты на перевозки. Перевозки составят 60 000 руб.

К постоянным затратам еще отнесем аренду помещения в г. Лесосибирске площадью 500 кв. м. стоимостью 100 000 руб.

К переменным: покупка материала, если дом площадью 300 кв. м., то понадобится 45 кубометров материала, 1 кубометр стоит 2 550 руб., следовательно, затраты на материал составят 114 750 руб., также перевозка

материала обойдется в 314 000 руб.

В итоге получается, что постоянные затраты будут 430 000 руб., а переменные 428 750 руб.

Для оценки эффективности инвестиций применяются статистические и динамические методы. В данной работе будем рассчитывать чистый дисконтированный доход (NPV) и внутреннюю норму доходности (IRR) [16].

Чистый дисконтированный доход (NPV) - показатель, отражающий изменение денежных потоков и показывает разность между дисконтированными денежными доходами и расходами. Рассчитывается NPV по формуле (1).

$$NPV = CF_0 + \sum_{i=1}^N \frac{CF_i}{(1+r)^i} \quad (1)$$

где CF_0 – начальные инвестиции;

CF_i – чистый денежный поток для i -го периода;

r – ставка дисконтирования.

Существуют оценки проекта на основе критерия NPV, приведенных в таблице 3.

Таблица 3 – Критерии NPV для оценки проекта

Критерии NPV	Заключения по проекту
$NPV < 0$	Инвестиционный проект, который имеет отрицательное значение NPV не следует рассматривать
$NPV > 0$	Инвестиционный проект можно рассмотреть
$NPV = 0$	Инвестиционный проект обеспечит уровень безубыточности, когда все доходы равны расходам

Чистый дисконтированный доход используют для того, чтобы отобрать наиболее эффективный инвестиционный проект.

Внутренняя норма доходности (IRR) - показывает такую ставку дисконтирования, при которой чистый дисконтированный доход равняется нулю. Формула расчета внутренней нормы доходности (2).

$$0 = \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+IRR)^i} - CF_0 \quad (2)$$

где CF_i - денежный поток, который создается объектом инвестиций;

IRR – внутренняя норма доходности;

CF_0 – денежный поток в первоначальный момент. (как правило денежный поток в первом периоде равняется инвестиционному капиталу: $CF_0=IC$).

У показателя внутренней нормы доходности также есть критерии для оценки целесообразности дальнейшего развития проекта. IRR оценивают со средневзвешенной стоимостью привлеченного капитала (WACC – это средняя процентная ставка по всем источникам финансирования). Приведем критерии оценки IRR в виде таблицы 4.

Таблица 4 – Критерии IRR для оценки целесообразности проекта

Оценка значений коэффициента IRR	Заключения по проекту
$IRR > WACC$	Инвестиционный проект эффективен, так как вложенные в проект средства будут создавать доходность выше, чем стоимость вложенных средств
$IRR < WACC$	Инвестиционный проект будет создавать отрицательный дисконтированный денежный поток в будущем
$IRR = WACC$	Инвестиционный проект не принесет ни убытков, ни дохода в последующем времени, такой проект не является эффективным

Внутренняя норма доходности определяется как норма прибыли, при которой чистая текущая стоимость инвестиции равна нулю. У данного показателя есть недостатки в том, что он не показывает результат инвестиций в абсолютном значении и при закономерных потоках может быть рассчитан неправильно.

Расчеты показателей приведем в виде таблицы 5.

Таблица 5 – Расчеты показателей NPV и IRR

Показатели	Года						
	0	1	2	3	4	5	6
Ставка дисконтирования, %	10						
Инвестиции (С), млн. руб.	7						
Чистый доход P(i), млн. руб.	-7	2	6	8	11	14	17
Промежуточные расчеты	7	2	5	6	8	9	10
Сумма NPV, млн. руб.	-7	-5	0	6	13	22	32

В результате интегральных расчетов получены следующие показатели:

- чистый дисконтированный доход: NPV на 3 год = 6 млн. руб.;
- внутренняя норма доходности: IRR = 17%.

Данные показатели позволяют говорить о том, что данный проект по строительству в Арктической зоне может быть реализован с достаточно хорошей эффективностью. Большой срок окупаемости обусловлен тем, что, от части, это социальный проект.

Денежные средства предполагается привлечь из государственной программы по развитию Арктики «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сейчас, инновации существуют в разных сферах общественной жизни (технологии, социальные, продуктовые и т.д.). Существует множество определений термина «инновации», но в основном, инновации определяют, как введение в употребление какого – либо нового или значительно улучшенного продукта (товара или услуги) или процесса. Следует отметить, что инновации, в первую очередь, служат для удовлетворения определенных общественных потребностей. Возникновение инноваций исходят из требований и спроса рынка. Успех внедряемой инновации не может обойтись без различных факторов, которые влияют на повышение эффективности предприятия в целом или его отделов. Следовательно, можно сказать, что инновация – это новшество, внедренное в деятельность предприятия с целью повышения его эффективности.

Инновации используются сейчас во всех сферах общественной жизни, можно заметить, что строительство не отстает от тенденции. Появление множества высоток, в которых используются разные архитектурные стили и удивляют население с каждым разом своей необыкновенностью. Также разработка строительных и архитектурных проектов, направленных на улучшение качества жизни населения. Применение новых технологий строительства на российском рынке. Ко всему прочему, к данным нововведения можно отнести и разработку или улучшение оборудования.

В поддержке деревянного домостроения в России есть необходимость, обусловленная потребностью граждан России жить в хороших, комфортабельных условиях, которые будут отвечать стандартам по экологичности и теплоэффективности зданий. Во всем мире разрабатываются и используются разнообразные купольные сооружения, которые как раз отвечают таким требованиям в высоком качестве.

Купольная форма подходит для строительства в условиях Крайнего Севера, и такая технология способна выдержать низкую температуру, сильный

ветер, землетрясения и т.д., что немаловажно для нашего проекта.

Развитие Арктики является важным направлением деятельности, так как Арктические зоны обладают большим видом природных ресурсов и добычей полезных ископаемых, не будем забывать, что большую роль в развитии Арктики играет Северный морской путь, который является связующим звеном для всех субарктических и арктических зон Российской Федерации.

Перспективы развития Арктики достаточно благоприятны, на сегодняшний день можно говорить о реальных шагах, предпринимаемых для выполнения программы развития арктических территорий (восстановление полярных станций; возобновлено строительство портов; строительство новых ледоколов; созданы заповедники и национальные парки, предлагающие туристические маршруты).

На пути развития Арктики немало проблем (сложность проведения и защиты государственных границ в зоне Северного морского пути; суровые климатические условия Арктики; сложность в транспортном обеспечении; неудовлетворительное состояние жилищно-коммунальных объектов), но процесс ускоряется интересом со стороны государства, науки, бизнеса и общества.

Стратегия освоения этого региона должна быть разработана с учетом международных правовых норм по защите ресурсов, уникального морского и сухопутного мира животных и растений.

Есть потребность в создании принципиально новых высокоэффективных зданий и сооружений, обеспечивающих комфортные условия проживания и работы. Строительство по технологии купольных домов на Арктической территории позволит расширить рынок деревянного домостроения на территории Российской Федерации, а также улучшить транспортную инфраструктуру в Арктике. С обеспечением строительства и транспортной инфраструктуры можно увеличить объемы добычи минеральных и энергетических ресурсов на шельфе, добычи и переработки природных ресурсов на суше. Также, обеспечение потребностей Министерства Обороны

Российской Федерации, МЧС, ФПС в специальных объектах.

Проект «Арктическое домостроение» экономически эффективен и может повлиять на развитие как рынка деревянного домостроения России, так и на развитие Красноярского края.

Красноярский край - активно развивающийся, перспективный регион. В г. Красноярске постоянно растёт количество жителей, увеличиваются объёмы строительства жилья, проектируются и возводятся целые жилые массивы и малоэтажные комплексы, коттеджные посёлки и т.д.

Дом под куполом - это красиво, комфортно, оригинально. Особенности интерьера купольной конструкции допускают большую свободу планировки; высокие, изящно выгнутые потолки, напоминающие своды храма; равномерность распределения света, тепла и звука. Купольные дома хорошо вписываются даже в сложный ландшафт, не нарушая его гармонии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Красулина, О. Ю. Государственно-частное партнерство в арктическом регионе РФ: выгоды и риски / О. Ю. Красулина // Евразийский юридический журнал. - 2016. - №3(94). – 25- 28 с.
2. Научно-технические проблемы освоения Арктики : научная сессия общего собрания членов РАН / под. ред. академика РАН Н. П. Лаверова, члена-корреспондента: В. И. Васильева, профессора: А. А. Макоско. – Москва: Российская академия наук, 2015. - 490 с.
3. Сочнева, И. О. Ресурсы Арктики и возможности их разработки / И. О. Сочнева // Арктика: экология и экономика. - 2015. - №4 (20). – 75 с.
4. Ефимов, Е. М. Деревянное домостроение в России [Электронный ресурс] / Е.М. Ефимов // Бизнес в законе. Экономико-юридический журнал. – 2011. - №2. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/derevyannoe-domostroenie-v-rossii-sostoyanie-problemy-i-perspektivy-razvitiya>.
5. Федеральная служба государственной статистики Российской Федерации [Электронный ресурс] : база данных содержит сведения государственной статистики по всем видам общественной деятельности. – Москва. – Режим доступа: <http://www.gks.ru>.
6. Самофалова, О. Деревянному жилью готовят льготы [Электронный ресурс] / О. Самофалова // Взгляд. – 2016. - №6. – Режим доступа: <http://www.vz.ru/economy/2016/6/14/815972.print.html>.
7. Шибилева, О. В. Технико-экономический анализ эффективности домов на основе каркасной технологии [Электронный ресурс] / О. В. Шибилева // Грамота. – 2013. – №9(76). – Режим доступа: http://scjournal.ru/articles/issn_1993-5552_2013_9_58.pdf.
8. Олофинская, Е. Ученые ДВФУ создают инновационные купольные дома [Электронный ресурс] / Е. Олофинская // Пресс-служба ДВФУ. – 2014. - Режим доступа: https://www.dvfu.ru/news/fefu-news/ucenye-dvfu-sozdaut-innovacionnye-kupolnye-doma/?sphrase_id=303386.

9. Шепотило, М. Многоэтажные дома из древесины [Электронный ресурс] / М. Шепотило // ЛесПромИнформ. – 2014. – №3(101). - Режим доступа: <http://lesprominform.ru/jarchive/articles/itemshow/3640>.
10. Ельчугин, А. В. Конструктивная система Naturi в ряду технологий деревянного домостроения [Электронный ресурс] / А. В. Ельчугин, Д. Б. Лазарев // ООО «Виста Строй Сервис». – 2016. – №13. - Режим доступа: <https://www.naturi.su/blog/>.
11. Бударина, Р. Жизнь под куполом: за и против [Электронный ресурс] / Р. Бударина // ЛесПромИнформ. – 2010. – №7(73). - Режим доступа: <http://lesprominform.ru/jarchive/articles/itemshow/2062>.
12. Шухарт, Р. Купольные дома. Технология строительства [Электронный ресурс] / Р. Шухарт // Строительный форум. – 2014. - Режим доступа: <http://www.rmnt.ru/story/house/646449.htm>.
13. Ефимов, Е. М. Деревянное домостроение в России [Электронный ресурс] / Е.М. Ефимов // Бизнес в законе. Экономико-юридический журнал. – 2011. - №2. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/derevyannoe-domostroenie-v-rossii-sostoyanie-problemy-i-perspektivy-razvitiya>.
14. Ильенкова, С.Д. Инновационный менеджмент: учебник / под. ред. С.Д. Ильенковой. – Москва: Юнити, 2014. – 308 с.
15. Шухарт, Р. Купольные дома. Технология строительства [Электронный ресурс] / Р. Шухарт // Строительный форум. – 2014. - Режим доступа: <http://www.rmnt.ru/story/house/646449.htm>.
16. Савицкая, Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия: учебник / Г.В. Савицкая. – 8-е изд., испр. - Москва: ИНФРА-М, 2013. – 519 с.